

# BAB 1. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Ketersediaan data curah hujan merupakan bagian penting dari analisis hidrologi. Beberapa keterbatasan dan permasalahan yang masih sering dijumpai diantaranya seperti kurang tersedianya data pengamatan curah hujan, baik secara spasial maupun temporal, tidak cukup dan tidak lengkapnya data runtun waktu curah hujan, jumlah stasiun curah hujan yang tidak merata, jumlah pengamat yang terbatas, serta sistem pengamatan dan input data manual (Adler et al., 2000; Bowman, 2005; Su et al., 2008). Keterbatasan dan masalah ini sulit mendapatkan data pengamatan real-time tentang curah hujan permukaan dan memerlukan pengecekan awal data sebelum dapat digunakan secara langsung (Mamenun et al., 2014). Oleh sebab itulah, perlu akurasi data spasial-temporal dan curah hujan jangka panjang sangat dibutuhkan dalam prakiraan perubahan iklim, penelitian simulasi, prakiraan hidrologi, banjir, tanah longsor, kekeringan, penanggulangan bencana, dan survei sumber daya air (Zhao et al., 2017).

Saat ini, beragam produk satelit tersedia secara umum dan seringkali digunakan. Sumber data ini berasal dari misi-misi terkenal seperti *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) (Chen et al., 2019), *Integrated Multi-satellite Retrievals for Global Precipitation Measurement* (IMERG), *Global Satellite Mapping of Precipitation* (GSMaP), dan *Climate Prediction Center-morphing* (CMORPH) (Huffman et al., 2023). Dataset ini dapat diunduh secara gratis dan digunakan secara luas. Produk curah hujan berbasis satelit ini memberikan peluang yang belum pernah terjadi sebelumnya untuk aplikasi hidro-meteorologi dan iklim (Jiang et al., 2017; Pirmoradian, 2022).

Dataset curah hujan yang lengkap sangat diperlukan untuk analisis hidrologi dan meteorologi yang efektif. Namun, kehadiran data yang hilang

dalam dataset curah hujan tidak dapat dihindari. Hal ini disebabkan beberapa faktor seperti relokasi stasiun dan instrumen yang rusak. Masalah ini akan mempengaruhi keakuratan hasil analisis dan selanjutnya memberikan informasi yang tidak akurat kepada pengelolaan dan pengembangan hidrologi dan meteorologi (Burhanuddin et al., 2017).

Dalam studi sebelumnya, data yang hilang umumnya diganti dengan metode statistik sederhana seperti rata-rata aritmatik. Metode rata-rata aritmatik mensyaratkan bahwa rata-rata curah hujan tahunan di stasiun yang berdekatan berada dalam kisaran 10% dari curah hujan tahunan normal di stasiun target. Jika kondisi ini tidak terpenuhi, metode rata-rata aritmatik tidak dapat digunakan untuk memperkirakan curah hujan yang hilang di stasiun target (Adilah & Hannani, 2021; Caldera et al., 2016). Namun, dengan bantuan model seperti kecerdasan buatan dan pembelajaran mesin berdasarkan data, lebih akurat estimasi dapat dibuat dengan data curah hujan yang diukur dalam wilayah yang sama dan pada periode yang sama di stasiun terdekat dengan kondisi iklim yang sama, terlepas dari peristiwa presipitasi (Sattari et al., 2017).

Selanjutnya, penelitian tentang analisis data curah hujan yang hilang juga telah dilakukan dengan menggunakan metode normal ratio, inversed squared distance, dan rata-rata aljabar di Bandar Lampung dengan nilai korelasi untuk data curah hujan harian 0,19-0,26 dan nilai korelasi untuk data curah hujan bulanan 0,67-0,72. Nilai korelasi estimasi curah hujan harian sangat lemah, sedangkan untuk curah hujan bulanan cukup kuat. Akan tetapi, model yang digunakan ini membutuhkan data curah hujan yang berada di sekitar lokasi data curah hujan yang hilang, sehingga jika lokasi data curah hujan yang hilang tersebut jaraknya berjauhan atau datanya kosong atau terletak di pulau-pulau kecil maka kemungkinan akan sulit dan tidak efisien dalam melakukan analisis, terlebih lagi bila tipe hujannya berbeda (Prawaka et al., 2016).

Berdasarkan permasalahan tersebut, terdapat masih terbatasnya penggunaan data curah hujan satelit dalam analisis pengisian data curah hujan yang hilang di Indonesia, khususnya di daerah DAS. Oleh karena itulah, penulis akan mengkaji bagaimana hasil dari korelasi dan persamaan hubungan antara data multisatelit dengan data stasiun pengamatan hujan berdasarkan parameter statistik yang digunakan. Selanjutnya hasil penelitian ini diharapkan dapat mengusulkan penggunaan data dari satelit TRMM, GPM-IMERG dan GSMaP untuk memperkirakan data hidrologi yang hilang dalam rangkaian curah hujan harian dari alat pengukur hujan permukaan dan menguji akurasi estimasinya. Tiga stasiun pengukur hujan yang terletak di DAS Kuranji dipilih untuk mensimulasikan dan memperkirakan data hidrologi yang hilang menggunakan metode regresi linear dan metode pembobotan regional (regional weighting). DAS Kuranji dipilih untuk memanfaatkan kerapatan stasiun pengamatan curah hujan yang relatif lebih tinggi dan ketersediaan data curah hujan harian. Selain itu, ketiga perkiraan curah hujan (TRMM, GPM-IMERG dan GSMaP) memiliki resolusi spasial yang relatif tinggi, cakupan global, dan resolusi temporal yang tinggi (S. Chen et al., 2019; Rachdane et al., 2022). Oleh karena itu, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk memeriksa mana dari tiga produk satelit yang memberikan perkiraan terbaik dalam mengisi data curah hujan yang hilang pada DAS Kuranji.

## 1.2. Masalah Penelitian

Penggunaan data satelit dapat mengatasi masalah ketersediaan data curah hujan yang direncanakan. Data satelit mudah diperoleh dengan mengunduhnya secara gratis. Namun, keakuratan data ini tidak dapat ditentukan sepenuhnya, karena nilai curah hujan yang tercatat didasarkan pada unsur-unsur iklim atmosfer. Sementara itu, dalam perencanaan sumber daya air, data didasarkan pada kondisi sebenarnya di permukaan bumi. Oleh karena itu, sebelum menggunakan data multisatelit, terlebih dahulu kita harus melakukan validasi data agar data tersebut memenuhi

kondisi permukaan bumi. Dengan menggunakan data dari multisatelit dapat diperoleh keakuratan nilai curah hujan untuk hasil perencanaan yang lebih baik.

Data yang hilang dalam rangkaian curah hujan historis menjadi kendala bagi analisis data serta studi pemodelan hidrologi (Sun et al., 2017). Oleh karena itu, beberapa teknik untuk mengisi (memperkirakan) data yang hilang telah dikembangkan. Diantara teknik tersebut adalah pembobotan regional dan regresi linier regresi (dos Santos et al., 2021). Terdapat masalah apa yang harus dilakukan ketika tidak ada alat pengukur hujan di dekatnya. Alternatif potensial adalah produk curah hujan satelit yang diperoleh dengan sensor orbital yang memberikan cakupan bumi yang hampir real-time (Maggioni & Massari, 2018).

### 1.3. Tujuan Penelitian

Secara umum tujuan penelitian ini adalah meninjau ketersediaan data multisatelit (TRMM, GPM-IMERG dan GSMaP) terhadap data stasiun pengamatan di DAS Kuranji guna mengusulkan data multisatelit sebagai alternatif penyediaan data.

Tujuan khusus penelitian ini antara lain:

1. Menentukan persamaan regresi terbaik dari tahap kalibrasi berdasarkan nilai  $R^2$  tertinggi, serta memvalidasi data curah hujan satelit dengan data stasiun pengamatan menggunakan koefisien korelasi, RMSE, NSE, dan RB.
2. Menganalisis penggunaan metode regresi linear dan metode pembobotan regional (*regional weighting*) sebagai metode pengisian data curah hujan yang hilang.
3. Membandingkan kinerja hidrologi dari satelit TRMM, GPM-IMERG dan GSMaP sebagai alternatif dalam pengisian data curah hujan yang hilang pada DAS Kuranji.

#### 1.4. Kontribusi Bagi Ilmu Pengetahuan

Kesenjangan penelitian (research gap) dapat timbul akibat keterbatasan ruang lingkup studi, keterbatasan alat, atau faktor eksternal, dan dapat diidentifikasi melalui pengajuan pertanyaan penelitian serta eksplorasi area studi yang belum diteliti sebelumnya (Ajemba & Arene, 2022). Kesenjangan ini diidentifikasi melalui analisis kritis literatur dan penentuan area penelitian yang belum tergarap secara komprehensif. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini menawarkan pendekatan inovatif dalam pemanfaatan data multisatelit (TRMM, GPM-IMERG, dan GSMaP) sebagai solusi atas keterbatasan data curah hujan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Kuranji. Penelitian ini membandingkan dan mengevaluasi kinerja berbagai produk satelit untuk mengoptimalkan pengisian data curah hujan yang hilang akibat distribusi stasiun pengamatan yang tidak merata. Lebih lanjut, penelitian ini secara eksplisit membahas kesenjangan penelitian sebelumnya terkait potensi data estimasi curah hujan dalam meningkatkan kualitas dan akurasi data curah hujan, khususnya di wilayah dengan keterbatasan infrastruktur pengukuran. Integrasi data satelit menawarkan alternatif yang lebih andal dalam meminimalisir ketidakpastian pengukuran curah hujan di lokasi-lokasi tersebut. Ketidakpastian inilah yang menjadi celah penelitian yang menunjukkan adanya inkonsistensi antara bukti di lapangan dan fenomena yang bersifat umum (ini dikenal dengan evidence gap) (Siregar, 2022).

Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan metode regresi linear dan pembobotan regional untuk mengisi data curah hujan yang hilang, serta penggunaan data multisatelit TRMM, GPM-IMERG, dan GSMaP di DAS Kuranji. Penelitian ini memberikan analisis komprehensif tentang efektivitas kedua metode tersebut, mengidentifikasi produk satelit yang paling baik untuk estimasi curah hujan. Dengan membandingkan kinerja satelit, penelitian ini menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi keterbatasan data pengamatan, terutama di daerah dengan infrastruktur

yang minim. Hasil ini dapat menjadi referensi bagi pengelolaan sumber daya air dan penelitian hidrologi di wilayah lain. Penelitian ini merepresentasikan kemajuan atau evolusi dari penelitian sebelumnya (Indarti & Manik, 2024), memberikan kontribusi berupa pembaruan atau penyempurnaan hasil-hasil penelitian terdahulu (refutation novelty) (Haqqi & Risnita, 2023).

Kontribusi signifikan penelitian ini dalam bidang hidrologi terletak pada penyediaan solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan kekurangan data curah hujan. Penelitian sebelumnya seringkali terkendala oleh kesulitan dalam estimasi curah hujan yang akurat, terutama di daerah dengan topografi kompleks dan infrastruktur pengamatan yang terbatas. Melalui perbandingan kinerja berbagai produk satelit, penelitian ini tidak hanya mengidentifikasi produk yang paling optimal untuk kondisi lokal, tetapi juga mendemonstrasikan potensi sinergi antara data satelit dan data pengamatan. Dengan demikian, penelitian ini membuka peluang pengembangan metodologi yang lebih canggih dalam analisis hidrologi dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih informatif dalam pengelolaan sumber daya air.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai korelasi dan validasi data multisatelit dengan data curah hujan dari stasiun pengamatan.
2. Penelitian ini membantu mengisi kekosongan data curah hujan dengan memanfaatkan data multisatelit, sehingga memungkinkan perencanaan dan pengelolaan air yang lebih efektif dan akurat.
3. Mendukung pengambilan keputusan yang informatif terkait sumber daya air, yang bermanfaat langsung bagi masyarakat dalam hal ketersediaan air, irigasi, dan mitigasi bencana.
4. Menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.